

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-533881

(P2002-533881A)

(43) 公表日 平成14年10月8日 (2002. 10. 8)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 J 49/42

H 0 1 J 49/42

5 C 0 3 8

G 0 1 N 27/62

G 0 1 N 27/62

L

// G 0 1 N 30/72

30/72

C

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-590287(P2000-590287)
(86) (22) 出願日 平成10年12月21日(1998. 12. 21)
(85) 翻訳文提出日 平成13年6月21日(2001. 6. 21)
(86) 国際出願番号 P C T / G B 9 8 / 0 3 8 5 6
(87) 国際公開番号 W O O 0 / 3 8 3 1 2
(87) 国際公開日 平成12年6月29日(2000. 6. 29)

(71) 出願人 シマツ リサーチ ラボラトリー (ヨーロ
ッパ) リミティド
イギリス国, マンチェスター エム17 1
ジービー, トラッフォード ワーフ ロー
ド, ワーフサイド

(72) 発明者 河藤 栄三

京都府木津町木津川台 1-15-5

(72) 発明者 ディン, リー

イギリス国, マンチェスター エム33 3
ティーアール, セール, ウェンロック ロ
ード 1

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外4名)

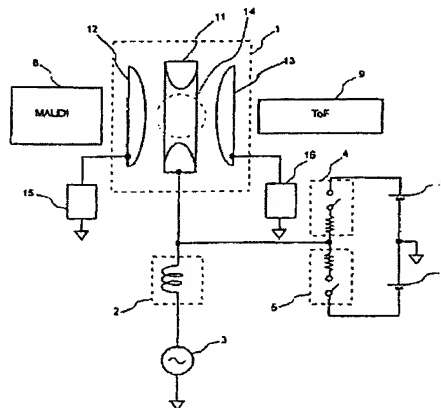
Fターム(参考) 5C038 JJ06 JJ07

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線周波共振器の高速起動及び/高速終了の方法

(57) 【要約】

コイル (2) と、コンデンサ (1) と、内部抵抗を有する 2 つのスイッチ (4、5) とを有する無線周波共振器の高速起動及び/または高速終了の方法。スイッチの一方の端部は、R F 電圧が印加されるコイル (2) とコンデンサ (1) の接合部に接続され、各スイッチのもう一方の端部は反対の極性を有する高電圧電源 (6、7) に接続される。本方法は、R F 共振器の高速起動のため短い期間の間スイッチの 1 つを閉じるステップと、及び/又は R F 共振器の高速終了のため両方のスイッチをしばらくの間閉じるステップとを含んでいる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コイルと、コンデンサ手段と、各々内部抵抗を有する 2 つのスイッチ手段とを有する無線周波共振器の高速起動及び／又は高速終了の方法であつて、前記各スイッチ手段の一方の端部が、無線周波電圧が提供される前記コイルと前記コンデンサ手段の接合部に接続され、前記各スイッチ手段のもう一方の端部が反対の極性を有する高電圧電源に接続され、前記方法が、

(a) 前記無線周波共振器の高速起動のため短い期間の間、前記スイッチ手段の 1 つを閉じ、及び／又は

(b) 前記無線周波共振器の高速終了のためある時間間隔の間、前記スイッチ手段の両方を閉じる方法。

【請求項 2】 前記無線周波共振器がイオントラップ装置中に設けられる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】 前記イオントラップ装置が四重極イオントラップである、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】 前記四重極イオントラップが MALDI イオン源及び／または飛行時間型質量スペクトロメータに関連する、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】 内部抵抗を有する前記スイッチ手段がスイッチング素子または直列に接続された 1 組のスイッチング素子の何れかである、請求項 1-4 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】 前記スイッチング素子が適切なゲート励振回路を伴う電力 MOSFET である、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】 前記内部抵抗が前記スイッチング素子の内部抵抗と、選択的に、前記スイッチング素子に直列に接続された少なくとも 1 つの外部抵抗の抵抗とからなる、請求項 5 または請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】 前記内部抵抗が両方の前記スイッチ手段について同じであり、前記高電圧電源によって提供される電圧が反対の極性を有し同じである、請求項 1-7 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】 前記コンデンサ手段が、リング電極とエンドキャップ電極との間の静電容量と、付加的回路、例えば RF 電圧の測定回路による静電容量と、

漂遊静電容量とからなる、請求項1-8の何れか1項に記載の方法。

【請求項10】 コイルと、コンデンサ手段と、各々内部抵抗を有する2つのスイッチ手段とを備える無線周波共振器を有する装置であって、前記各スイッチ手段の一方の端部が無線周波電圧が提供される前記コイルと前記コンデンサ手段の接合部に接続され、前記各スイッチ手段のもう一方の端部が反対の極性を有する高電圧電源に接続され、前記スイッチ手段が、

(a) 前記無線周波共振器の高速起動のため短い期間の間、前記スイッチの1つを閉じ、及び／又は

(b) 前記無線周波共振器の高速終了のためある時間間隔の間、前記スイッチの両方を閉じる方法によって操作される装置。

【請求項11】 前記装置がイオントラップ装置である、請求項10に記載の装置。

【請求項12】 前記イオントラップ装置が四重極イオントラップである、請求項11に記載の装置。

【請求項13】 前記四重極イオントラップがMALDIイオン源及び／又は飛行時間型質量スペクトロメータに関連する、請求項12に記載の装置。

【請求項14】 内部抵抗を有する前記スイッチ手段がスイッチング素子または直列に接続された1組のスイッチング素子の何れかである、請求項10-13の何れか1項に記載の装置。

【請求項15】 前記スイッチング素子が適切なゲート励振回路を伴う電力MOSFETである、請求項14に記載の装置。

【請求項16】 前記内部抵抗が前記スイッチング素子の内部抵抗と、選択的に、前記スイッチング素子に直列に接続された少なくとも1つの外部抵抗の抵抗とからなる、請求項14または請求項15に記載の装置。

【請求項17】 前記内部抵抗が両方の前記スイッチ手段について同じであり、前記高電圧電源によって提供される電圧が反対の極性を有し同じである、請求項10-16の何れか1項に記載の装置。

【請求項18】 前記コンデンサ手段が、リング電極とエンドキャップ電極との間の静電容量と、付加的回路、例えばRF電圧の測定回路による静電容量と

、漂遊静電容量とからなる、請求項 10-17 の何れか 1 項に記載の装置。

【請求項 19】 コンデンサ手段と、前記コンデンサ手段に結合されたコイルと、各々内部抵抗を有する第 1 及び第 2 スイッチ手段とを備える無線周波共振器を含む装置であって、無線周波電圧が前記コイルと前記コンデンサ手段の接合部に接続され、前記各スイッチ手段の一方の端部が前記接合部に接続され、前記各スイッチ手段のもう一方の端部が前記第 1 及び第 2 のスイッチ手段にそれぞれ反対の極性の高電圧を供給する高電圧源に結合され、前記スイッチ手段の一方または他方が前記無線周波共振器の高速起動のために動作可能であり、及び／又は前記スイッチ手段の両方が前記無線周波共振器の高速終了のため同時に動作可能である装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

〔技術分野〕

本発明は無線周波（RF）共振器とRF共振回路を使用した装置に関する。特に、本発明はイオントラップ装置すなわち四重極イオントラップに関する。

【0002】

〔背景技術〕

四重極イオントラップ（quadrupole ion trap）は、当初Paul他の米国特許第2,939,952号によって説明され、通常、リング電極と、リング電極の各側面にある2つのエンドキャップ電極との3つの電極からなる。無線周波（RF）電圧は通常リング電極に印加され、2つのエンドキャップ電極は通常接地されている。コイルがリング電極に接続され、リング電極と2つのエンドキャップ電極との間の静電容量、及びリング電極に接続された他の全ての回路要素の静電容量と共にLC共振器を形成する。共振器のQ値が高いため、低電圧RF励振器（driver）であっても、直接または変圧器結合を通じてコイルに接続され、リング電極上に高RF電圧を有効に発生することができる。

【0003】

四重極イオントラップは、多様なイオン源と共に質量分析装置のイオントラップ装置として使用される。最も一般的なイオン源の1つは電子スプレー・イオン化による液体クロマトグラフィーである。イオントラップとの非常に有望な組み合わせと思われる、もう1つのイオン源は、マトリックス支援レーザー脱離イオン化（MALDI：Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization）である。

【0004】

MALDIイオン源によって発生するイオンは必然的にパルス化されレーザー・パルスに同期する。こうしたイオンのトラップ効率は、英国特許出願第9802112.4号に記載されているようなRF電圧の高速起動の方法を使用することで最大化される。残念ながら、通常のRF励振回路（RF drive circuit）は低い励振電圧だけを提供し、RF電圧の上昇率は非常に低い。必要なRF電圧を確立する時間は普通RF数サイクルまたはそれ以上を必要とする。

【0005】

飛行時間型質量スペクトロメータ (time-of-flight mass spectrometer) と組み合わせて四重極イオントラップを使用する別の試みがなされており、それは英国特許出願第9802111.6号に記載されている。この方法では、イオン抽出電圧は2つのエンドキャップ電極に印加され、リング電極上のRF電圧は抽出電圧の印加と同時にほとんど同時に終了すべきである。イオンがイオントラップ領域から逃れるのを防止するために、終了は十分に高速である、少なくともRFの1サイクル未満であるべきである。ここでも、これは普通のRF励振回路を使用して達成するのは困難である。RF励振回路の励振電圧が終了する間、共振器中に蓄積されたエネルギーは消費され、共振器の抵抗のみを通じて放出され、RF電圧の減衰の時定数は通常RFの1サイクルよりはるかに大きい。

【0006】

本発明の目的は、MALDIイオン源からの高い効率のイオントラップ及び／又は飛行時間型質量スペクトロメータへのイオンの有効な抽出を達成するため、RF共振器の高速起動及び／または共振器の高速終了の方法を提供することである。

〔発明の概要〕

従って、本発明は、コイルと、コンデンサ手段と、各々内部抵抗を有する2つのスイッチ手段とを有し、前記各スイッチ手段の一方の端部が、無線周波電圧が提供される場所である前記コイルと前記コンデンサ手段との接合部に接続され、前記各スイッチ手段のもう一方の端部が反対の極性を有する高電圧電源に接続される無線周波共振器の高速起動及び／又は高速終了の方法を提供し、この方法は、前記無線周波共振器の高速起動のため短い期間の間に前記スイッチ手段の1つを閉じるステップ及び／又は、前記無線周波共振器の高速終了のためある時間間隔の間前記スイッチ手段の両方を閉じるステップを含む。

【0007】

MALDIイオン源では、イオンは試料表面に向けられたレーザー・パルスによって発生し、MALDIイオン源の内部に設けられたイオン光学装置を使用してイオントラップに導かれる。イオンが発生する以前、リング電極に印加される

R F 電圧はゼロである。イオンが3つの電極によって取り囲まれたイオントラップ領域内にある時、スイッチの1つが閉じ、リング電極とエンドキャップ電極間の静電容量、付加的回路、例えばR F 電圧の測定回路による静電容量、及び漂遊静電容量を充電する。静電容量が充電されると、スイッチはすぐに開き、共振器の自由振動を開始する。R F 励振回路の励振電圧も振動を維持する適切な電圧に設定されるが、R F 励振回路の励振電圧が低くR F 電圧はそれほど急速に変化しないので、タイミングはそれほど重要ではない。

【0008】

飛行時間型質量スペクトロメータにイオンを抽出する場合、R F 電圧は両方のスイッチを同時に閉じることでゼロになる。スイッチに接続された高電圧電源が反対の極性で同じ電圧を有し、スイッチが同じ内部抵抗を有する場合、2つのスイッチの間に印加されるR F 電圧は、電極間の静電容量とスイッチの抵抗によって決定される時定数でゼロに近づく。イオンがイオントラップ領域から逃れるのを防止するため、この時定数は十分に小さく設定される。励振電圧もR F の終了とほとんど同時にエンドキャップ電極に印加され、イオンを飛行時間型質量スペクトロメータに抽出する。

【0009】

スイッチは、全てのイオンがイオントラップから抽出されるまで閉じたままになる。その後、スイッチはイオンの運動に影響することなく開く。R F 励振回路の励振電圧もイオン抽出後の振動を防止するためゼロに設定されるが、ここでもイオンが抽出されている間R F 電圧はスイッチによってゼロに保持されているため、タイミングはそれほど重要ではない。

【0010】

〔発明の実施の形態〕

ここで、共振器の高速起動及び／または高速終了の方法を、例示によって、添付の図面を参照して説明する。

図1を参照すると、四重極イオントラップ1はリング電極11と2つのエンドキャップ電極12及び13とを備えている。これらの3つの電極はイオントラップ領域14を形成する。エンドキャップ電極12及び13はそれぞれ電圧源15

及び16に接続され、それらはイオントラップ操作中に使用される抽出電圧と電圧波形を提供する。コイル2がリング電極11に接続され、それにRF励振回路3が続く。リング電極11には、2つのスイッチ4及び5も接続される。これら2つのスイッチのもう一方の端部には、それぞれ2つの高電圧電源6及び7が接続される。

【0011】

図2は、負極性のRF電圧の高速起動の場合におけるRF電圧と共にスイッチ動作のタイミングを例示する。この場合、負高電圧電源7に接続されたスイッチ5は始めにオンになり（すなわち閉じ）、RF電圧を高電圧電源7の電圧と同じに設定する。その後すぐに、スイッチ5はオフになり（すなわち開き）、RF共振器がその共振周波数で発振を開始する。この例では、RF共振器の高速終了はRF電圧の正ピークでなされる。この時点で、両方のスイッチ4及び5はオンになる。高電圧電源6及び7の正及び負電圧は、スイッチ4及び5の内部抵抗の比に応じて分割される。高電圧電源6の電圧は高電圧電源7のものと同じであり、スイッチ4の内部抵抗はスイッチ5のものと同一であるので、RF電圧はゼロになり、両方のスイッチがオンである間ゼロに保持される。全てのイオンが四重極イオントラップから抽出された後、両方のスイッチ4及び5はオフになる。

【0012】

RF励振回路3もこれらのスイッチ動作によって決定される電圧に一致するように動作する。RF共振器の高速起動の場合、RF励振回路3は、高電圧電源7の電圧と同じピーク電圧を生じるように設定される。従って、スイッチ動作によって開始される発振は、RF励振回路3によって連続的に保持される。RF共振器の高速終了時、RF励振回路3はゼロに設定され、スイッチ動作によってゼロに設定されたRF電圧は次のシーケンスが開始されるまでゼロに保持される。

【0013】

上記の例は各極性について1つのスイッチを示しているが、スイッチの何れか一方または両方が1組のスイッチから構成されることもある。例えば、スイッチ4または5は単一の電力MOSFET素子または直列に接続された1組の電力MOSFET素子でありうる。

R F 励振回路 3 はコイル 2 に直接接続されるものとして示されているが、R F 励振器は変圧器結合によってコイル 2 に接続されることもある。

【0014】

図 2 では、R F 電圧は例示のみの目的のためわずか 1. 5 サイクル後に終了している。実際には R F 電圧はトラップ領域の内部に捕らえられたイオンを処理するためはるかに長い時間保持される。普通、R F 電圧で抽出がなされる前にトラップ条件をシフトするよう変更される。従って終了は高電圧電源 6 及び／又は 7 の電圧と異なった R F 電圧から開始される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

MALDI イオン源と飛行時間型質量スペクトロメータ (T o F) を伴う四重極イオントラップの概略図である。

【図 2】

R F 電圧と 2 つのスイッチの状態を示す説明用タイミング図である。

【図1】

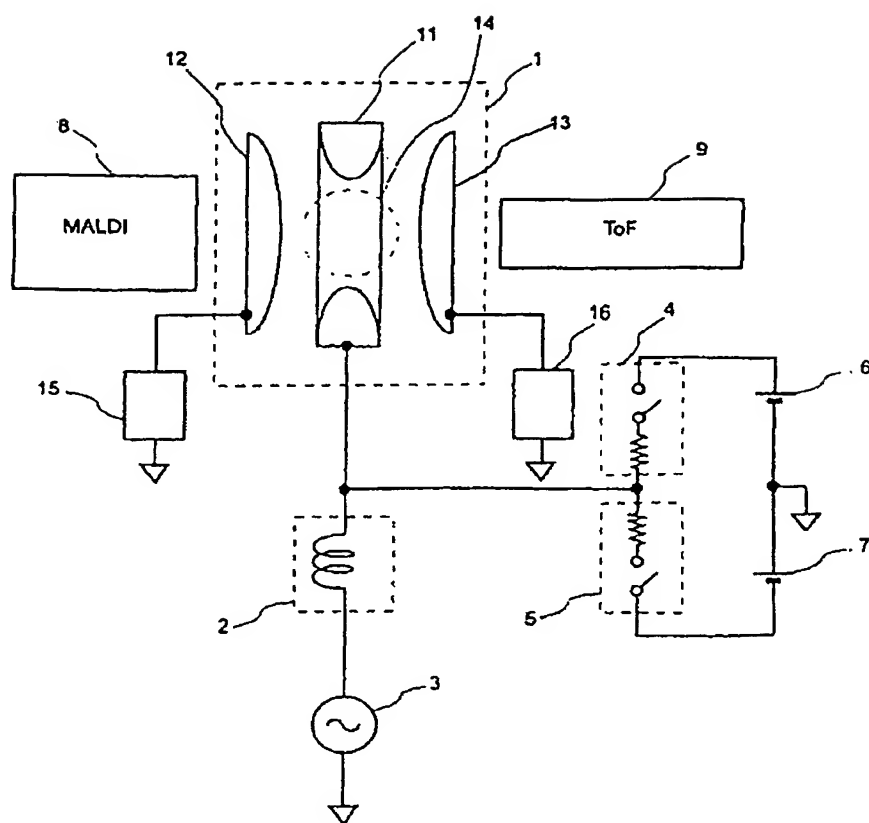


FIG.1

【図 2】

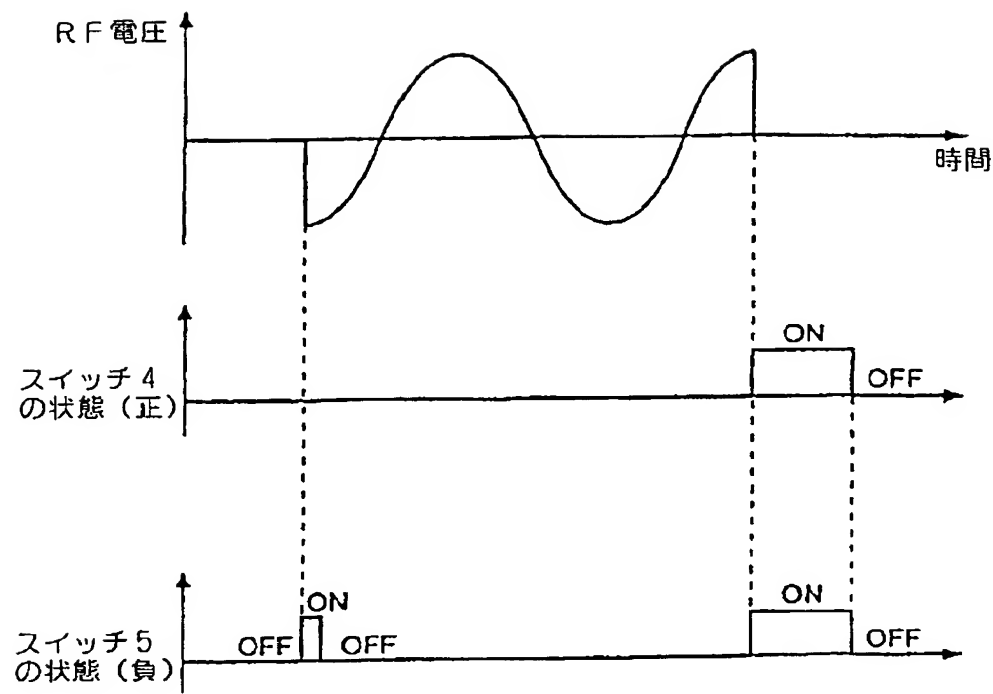


FIG. 2

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No.
PCT/GB 98/03856

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H03B11/04 H01J49/42		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H03B H01J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 866 145 A (HESS JR WILLIAM EMIL ET AL) 11 February 1975 (1975-02-11) figure 1 column 3, line 13 - column 5, line 23	1,10,19
A	US 5 517 158 A (GABARA THADDEUS J) 14 May 1996 (1996-05-14) column 3, line 1 - column 6, line 63; figures 1,2	1,10,19
A	US 4 833 427 A (LEUTHOLD OSKAR N ET AL) 23 May 1989 (1989-05-23) column 2, line 10-25; figures 1,2,4,5	1,10,19
A	US 5 399 857 A (DOROSHENKO VLADIMIR M ET AL) 21 March 1995 (1995-03-21) column 5, line 31-40; figure 8B column 6, line 7-17	1,10,19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
2 August 1999		13/08/1999
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 6818 Patentplan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax. (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Centmayer, F

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Joint Application No

PCT/GB 98/03856

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3866145 A	11-02-1975	NONE	
US 5517158 A	14-05-1996	DE 19545790 A JP 8222948 A	20-06-1996 30-08-1996
US 4833427 A	23-05-1989	EP 0333804 A JP 2501523 T WO 8903617 A	27-09-1989 24-05-1990 20-04-1989
US 5399857 A	21-03-1995	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW